

COMPARING OF 3D MODELS USED FOR SHADOW SIMULATION IN PVSOL

Filip Šmatlo

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsmatl02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Vaněk

E-mail: vanekji@feec.vutbr.cz

Abstract: This article mainly describes creating the 3D model in PVSOL[1] and comparing with real 3D model created in photogrammetry software PIX4D[2]. Main advantage of real 3D model is the precision of shading simulations. Any shadow on photovoltaic module decreases output power so it is important to have precise model of every object that could shade photovoltaic modules. This article also describes design of a photovoltaic system in designing software PVSOL.

Keywords: photovoltaic, system, PVSOL, PIX4D, photogrammetry,

1 ÚVOD

Při návrhu fotovoltaického systému je důležité zhodnotit několik aspektů. Mezi tyto aspekty patří umístění systému, geografické poloha, velikost systému a také stínění. Jelikož stínění značně ovlivňuje výstupní výkon fotovoltaických panelů je potřeba dát na tento vliv velký pozor. Z tohoto důvodu je vhodné přesně určit míru zastínění fotovoltaických panelů a systém upravit tak, aby byla zajištěna největší efektivita a výtěžnost systému. Použitý návrhový program PVSOL umožňuje vytvářet 3D modely budov, na které lze nainstalovat fotovoltaické panely. Vytváření větších a složitějších 3D modelů v programu PVSOL je velmi pracné a časově náročné. Proto byl v této práci použit fotometrický software PIX4D, který umožňuje vytvořit reálný 3D model větších komplexů budov a jejich okolí a tím zvýšit přesnost stínění a také zjistit vliv většího okolí na stínění fotovoltaických panelů.

2 VYTVÁŘENÍ 3D MODELŮ

2.1 PVSOL

Software PVSOL umožňuje vytvářet 3D modely budov pomocí tzv. vytažení objektu z mapy. Pomocí tohoto nástroje lze z letecké fotografie budovy „vysunout“ 3D objekt. Nástroj je pro zjištění míry zastínění panelů dostačující a pro většinu budov se často používá. Je velmi vhodný pro zjištění míry stínění objektů umístěných na střeše (komín, satelit, střešní okno). Tímto nástrojem je také možné vytvořit vzdálené velké objekty např. tovární komín. Problém může nastat je-li budova s fotovoltaickým systémem obklopena velkým množstvím budov, které vrhají stín na fotovoltaické panely. Tyto objekty je možné vytvořit, ale realizace by byla velmi časově náročná.

2.2 PIX4D

Fotometrický software PIX4D slouží pro digitalizaci fotografií pořízených z dronů. Nicméně je možné pomocí tohoto softwaru vytvořit libovolný 3D model. Na rozdíl od programu PVSOL, kde pro vyvážení 3D modelů slouží jedna fotografie a znalost všech rozměrů budov, potřebuje program PIX4D pro vytvoření reálného 3D modelu velké množství fotografií. Na 3D model (Obrázek 2) bylo použito 103 fotografií z různých úhlů. Výhodou ale je, že pro určení přesného měřítka modelu je potřeba znát jen jeden přesný rozměr budovy např. délka stěny. Pro tuto práci byly použity

fotografie pořízené v programu Google Earth. Spojením fotografií vznikl 3D model části města Brna, ve které se nachází budova s navrhovaným fotovoltaickým systémem.



Obrázek 1: 3D model vytvořen v programu PVSOL (část města)



Obrázek 2: 3D model vytvořen v programu PIX4D (část města)



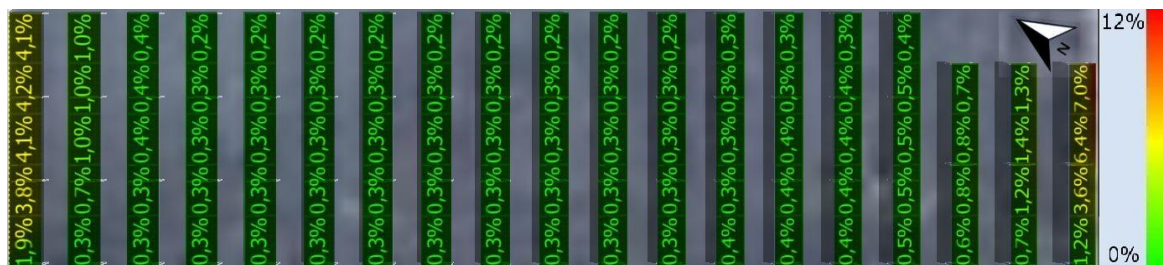
Obrázek 3: Detail budovy s fotovoltaickým systémem (3D model PVSOL)



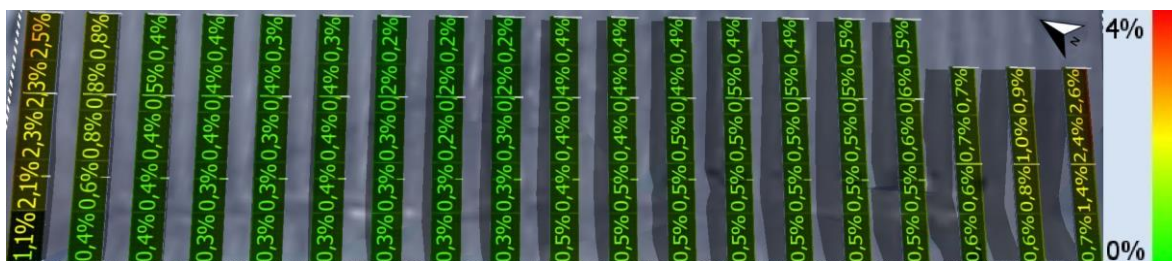
Obrázek 4: Detail budovy s fotovoltaickým systémem (3D model PIX4D)

3 SIMULACE STÍNĚNÍ

Program PVSOL umožňuje nasimulovat celoroční průběh stínění. Důležitým vstupním parametrem pro simulaci je zeměpisná poloha objektu s fotovoltaickým systémem. Simulace stínění počítá průměrné roční zastínění každého panelu v systému. Výsledek simulace je vyobrazen procentuálně a pomocí barevné škály. Po porovnání simulací stínění obou 3D modelů můžeme vidět, že jsou modely velmi podobné (Obrázek 5, 6). Oba 3D modely mají také velmi podobný specifický roční výnos. Výnos se liší o 4,52 kWh/kWp, neboli o 0,44%. Další důležitou výstupní hodnotou simulace je snížení výnosu zastíněním. V této hodnotě se modely liší o 0,5 %/rok.



Obrázek 5: Simulace stínění modelu PVSOL



Obrázek 6: Simulace stínění modelu PIX4D

4 NÁVRH FOTOVOLTAICKÉHO SYSTÉMU

Po vytvoření 3D modelu je návrh fotovoltaického systému velmi individuální. V programu PVSOL lze zvolit model panelů, jejich rozmístění a upevnění na střechu. Co se týče výběru střídače pro navrhovaný systém, umožňuje PVSOL automatickou konfiguraci a výběr střídače na základě zvolených panelů, jejich rozložení do stringů a výkonu. Kabelové propojení je generováno automaticky a je možné je upravovat. Velkou výhodou programu PVSOL je, že každý fotovoltaický komponent (střídače, panely, baterie) dostupný na trhu je katalogizován a má v programu PVSOL vytvořen model s přesnými parametry. [3]

5 ZÁVĚR

Důležitým vlivem na výkon fotovoltaického systému je stínění. Určením přesné míry stínění lze dostatečně přesně určit výtěžnost daného systému. Hlavní cíl této práce je popis vytváření 3D modelů v programu PVSOL a PIX4D, přesnost simulací stínění a jejich porovnání. Porovnáním výsledků simulace stínění bylo zjištěno, že jsou oba modely velmi podobné. Model vytvořený v programu PIX4D má větší míru zastínění. To bylo nejspíše způsobeno nerovnostmi v 3D modelu. Díky malým odchylkám ve výsledcích simulace lze tento model označit za dostatečně přesný. Z hlediska časové náročnosti vytváření 3D modelů záleží na složitosti objektů, které mohou zastínění fotovoltaických panelů způsobovat. Jedná-li se o prostředí s minimálním zastíněním okolních objektů (pole, samostatné objekty) je výhodnější využít 3D editor PVSOL. Na druhou stranu pro zastavěná prostředí (města, areály firmy) je lepší využít fotogrametrický software PIX4D.

REFERENCE

- [1] *Valentine Software* [online]. [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://www.valentine-software.com/en/products/photovoltaics/57/pvsol-premium>
- [2] *PIX4D* [online]. [cit. 2019-03-14]. Dostupné z: <https://www.pix4d.com/>
- [3] HASELHUHN, Ralf a Petr MAULE. *Fotovoltaické systémy: energetická příručka pro elektrikáře, techniky, instalatéry, projektanty, architekty, inženýry, energetiky, manažery, stavitele, studenty, učitele, ostatní odborné a profesní soukromé nebo veřejné instituce a zájemce o fotovoltaický obor a energetickou nezávislost*. Plzeň: Česká fotovoltaická asociace, 2017. ISBN 978-80-906281-5-1.